第21卷 第4期
1978年11月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 21, No. 4
Nov., 1978

荒漠开垦与昆虫群落演替*

吴 亚 金翠霞
（青海省生物研究所）

一、引 言

青海地处高寒，草原辽阔。其西部的柴达木盆地，相对海拔较低，太阳辐射较强，昼夜温差和干旱等更为突出，从而形成独特的荒漠生态系统，为我国畜牧业的基地之一。诺木洪位于盆地南缘，拔海 2,800 米，具有典型的荒漠特征；近年来局部地区垦荒种植，春小麦每亩单产最高达 1,500 多斤，为我国和世界上少有的高产纪录，实践证明这里蕴藏着巨大的农业发展潜力。充分利用有利的自然条件，加快农、牧业发展步伐，在青海高原具有十分重要的意义。然而，荒漠的开发，必将引起一系列自然环境和生物群落结构的变化，研究这些变化的发生和发展，使之朝着有利于人类的方向演变，防患于未然，这是当前涉及生态系统和环境保护研究中的重要课题之一，是我国社会主义制度所决定的大方向。为此，我们从昆虫在生物群落中演替的角度出发，于 1975 年度专门调查了诺木洪荒漠与新垦农田各种生境昆虫群落的组成，昆虫与环境和其它生物种群的关系，以及各种农业措施对昆虫群落结构的影响，以期了解当地昆虫区系和演替的特征，作为今后荒漠开发和相应农业管理的借鉴。

二、不同类型生境中的昆虫群落组成及变化

诺木洪的土壤、植被特征呈现有规律的变化。在南缘山麓地带，是满布小石块的戈壁砾面，随着向盆地中心延伸，地势逐渐降低，地下水位相对升高，土壤由盐化砾质荒漠土顺次过渡为盐化荒漠土——盐化草甸土——草甸沼泽土；土壤含水量则由砾质戈壁的 0.2% 以下，到盐化荒漠土1% 左右，盐化草甸土34% 左右，及至草甸沼泽土，土壤水分几呈饱和状态。因此，植物群落也相应地由旱生类型向潮湿类型演替，其次序为木本猪毛菜 *Salsola laricifolia* 群落——柽柳 *Tamarix* sp.、芦苇 *Pharagmites communis* 群落——枸杞 *Lycium chinense* 芦苇群落——白刺 *Nitraia sibirica* 芦苇群落——小芦苇、杂草类群落——海韭菜 *Triglochin maritimum*、苦买菜群落。

昆虫调查基本上以植被类型为转移，大的方面分为荒漠与农田两部分，再按植被类型和垦植年限分别调查。但因人力所限，未完全按上述植被类型调查。地上昆虫用网捕法，土壤昆虫以 20 厘米为限，各种生境取样一致。根据调查，荒漠种类计 4 个目 35 个属种（包括只定到科者，下同），农田种类计 5 个目 60 个属种。虽然有一些荒漠与农田的共同种类，但从它们各自所在生境的数量百分比来看，其优势地位还是差别很大的（见表 1）。

* 该工作是综合调查内容之一。工作中得到组内植物、动物专业的同志许多帮助；并蒙北京动物研究所、上海昆虫研究所和天津南开大学生物系鉴定标本；特此一并致谢。

表1 诺木洪地区不同生境地面昆虫种类、数量(%)及分布

生境类型	荒漠		农田			
昆虫种类 \ 昆虫数量(%) \ 主要植被	柽柳、枸杞、芦苇	白刺、芦苇(距农田较近)	小麦(开垦一年)(距荒漠较近)	小麦(开垦五年)(距油菜田较近)	小麦(开垦十年)	豌豆
双翅目 Diptera	58.46	51.33	46.74	65.14	83.24	79.06
蝇科 Muscidae	4.62	1.77	1.15	2.75	0.80	2.53
骚家蝇 *Musca tempestiva*	0.00	0.88	0.00	0.61	0.00	0.72
秽蝇 *Coenosiini* sp.	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	0.36
阳蝇 *Helina* sp.	4.62	0.00	0.77	0.61	0.53	1.08
池蝇 *Limnophora* sp.	0.00	0.88	0.38	0.92	0.27	0.36
麻蝇科 Sarcophagidae	3.08	0.00	0.77	0.00	0.53	0.00
红尾拉蝇 *Ravinia striata*	1.54	0.00	0.38	0.00	0.27	0.00
尾黑麻蝇 *Bellieria melanura*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00
污蝇属 *Wohlfahrtia* sp.	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
亚突额蝇 *Asiometopia korakalpaka*	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00
丽蝇科 *Calliphoridae*	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00
丝光绿蝇 *Lucilia sericata*	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00
花蝇科 Anthomyiidae	6.15	3.54	15.71	22.63	45.74	29.96
灰地种蝇 *Delia platura*	6.15	0.88	12.26	7.34	40.96	29.24
粪种蝇 *Paregle cinerella*	0.00	0.00	1.92	11.01	3.19	0.00
沐地种蝇 *Delia lavata*	0.00	0.00	0.38	0.31	0.00	0.00
葱地种蝇 *Delia antiqua*	0.00	0.00	0.38	1.83	0.80	0.00
萝卜地种蝇 *Delia floralis*	0.00	0.00	0.77	0.61	0.53	0.00
地种蝇属 *Delia* sp.	0.00	1.77	0.00	1.22	0.27	0.72
泉种蝇属 *Pegohylemyia* sp.	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00
肖藜泉蝇 *Pegomya mixta*	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00
粪蝇科 Cordyluridae	9.23	26.55	8.81	14.37	29.52	45.13
Scopeuma sp. 1	4.62	18.58	8.43	14.07	28.19	41.16
Scopeuma sp. 2	4.62	7.96	0.38	0.31	1.33	3.61
Scopeuma sp. 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
寄蝇科 Tachinidae	1.54	0.00	0.38	0.00	0.00	0.36
小金蝇科 Ulidiidae	0.00	1.77	0.00	0.31	0.00	0.00
实蝇科 Trypetidae	0.00	1.77	0.77	0.00	0.00	0.00
离斑花实蝇 *Tephritis affinis*	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.00
变斑方额实蝇 *Paroxyna contingens*	0.00	1.77	0.00	0.00	0.00	0.00
斑蝇科 Otitidae	1.54	11.50	9.20	22.02	0.53	0.72
隐斑密斑蝇 *Melieria immaculata*	0.00	0.00	0.00	8.56	0.53	0.72
浅斑密斑蝇 *M. laevipunctata*	0.00	4.42	6.13	13.15	0.00	0.00
黑斑蝇属 *Herina* spp.	1.54	7.08	3.07	0.31	0.00	0.00
斑腹蝇科 Chamaemyiidae	0.00	0.88	1.15	0.31	0.00	0.00
黄膝斑腹蝇属 *Chamaemyia geniculata* sp.1	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00
黄膝斑腹蝇属 sp. 2	0.00	0.88	0.38	0.31	0.00	0.00
山斑腹蝇属 *Parochthiphila* spp.	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00
水蝇科 Ephydridae	0.00	1.77	4.60	0.31	5.85	0.36
银胫亮黑水蝇 *Mosillus subsultans*	0.00	1.77	4.60	0.31	5.05	0.00
稻水蝇 *Ephdra macellaria*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00

（续表 1）

生境类型	荒漠		农田			
昆虫种类 \ 昆虫数量(%) \ 主要植被	柽柳、枸杞、芦苇	白刺、芦苇（距农田较近）	小麦（开垦一年）（距荒漠较近）	小麦（开垦五年）（距油菜田较近）	小麦（开垦十年）	豌豆
多毛跃水蝇 *Halmotopa villosa*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.36
食蚜蝇科 Syrphidae	0.00	0.00	1.15	0.00	0.27	0.00
虻科 Tabanidae	32.31	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00
基虻 *Tabanus zimini*	26.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
尔虻 *Hybomitra erberi*	6.16	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00
蚊科 Culicidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
蜂虻科 Bombyliidae	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.00
牛虻科 Empididae	0.00	0.00	0.77	0.31	0.00	0.00
大蚊科 Tipulidae	0.00	0.00	1.15	2.14	0.00	0.00
尖眼蕈蚊科 Sciaridae	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00
鞘翅目 Coleoptera	7.69	20.35	14.18	8.87	4.79	0.00
豆象科 Bruchidae	0.00	17.70	1.15	0.00	0.00	0.00
绿齿豆象 *Rhaebus solskyi*	0.00	17.70	1.15	0.00	0.00	0.00
步行虫科 Carabidae	1.54	0.00	3.45	1.83	4.52	0.00
Bembidion	0.00	0.00	0.77	1.83	2.13	0.00
Amara sp.	0.00	0.00	2.68	0.00	2.39	0.00
Zabrus sp.	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
跳甲科 Alticidae	0.00	0.00	6.90	5.81	0.00	0.00
Psylliodes sp.	0.00	0.00	6.90	5.81	0.00	0.00
叶甲科 Chrysomelidae	0.00	0.88	0.38	0.00	0.00	0.00
萤叶甲 *Diorhabta elongata deserticola*	0.00	0.88	0.38	0.00	0.00	0.00
隐头叶甲科 Cryptocephalidae	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00
囊花萤科 Malachiidae	0.00	0.88	1.15	0.00	0.00	0.00
独角仙科 Dynastidae	4.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
阔胸犀金龟 *Pentodon patscielis*	4.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
蜉金龟科 Aphodiidae	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00
粪蜉金龟 *Aphodius* sp.	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00
叩头虫科 Elateridae	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00
瓢虫科 Coccinellidae	1.54	0.00	0.77	0.31	0.27	0.00
Coccinela septempunctata	1.54	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00
C. undecimpunctata	0.00	0.00	0.77	0.00	0.27	0.00
象鼻虫科 Curculionidae	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00
云斑毛足象 *Phacephorus nebulosus*	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00
膜翅目 Hymenoptera	33.85	25.66	8.43	0.31	0.27	0.36
蜜蜂总科 Apoidea	6.15	6.19	6.90	0.00	0.00	0.00
隧蜂科 Halictidae	6.15	0.00	6.13	0.00	0.00	0.00
Rophites sp.	0.00	0.00	4.98	0.00	0.00	0.00
隧蜂属 *Halictus*	6.15	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00
分舌蜂科 Colletidae	0.00	5.31	0.77	0.00	0.00	0.00
大分舌蜂 *Colletes gigas*	0.00	3.54	0.38	0.00	0.00	0.00
叶舌蜂属 *Hylaeus*	0.00	1.77	0.38	0.00	0.00	0.00
切叶蜂科 Megachilidae	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00

（续表 1）

生境类型	荒漠		农田			
主要植被 / 昆虫数量(%) / 昆虫种类	柽柳、枸杞、芦苇	白刺芦苇（距农田较近）	小麦（开垦一年）（距荒漠较近）	小麦（开垦五年）（距油菜田较近）	小麦（开垦十年）	豌豆
姬蜂总科 Ichneumonoidea	0.00	4.42	0.38	0.31	0.27	0.36
姬蜂科 Ichneumonidae	0.00	4.42	0.00	0.31	0.00	0.00
茧蜂科 Braconidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.36
潜蝇茧蜂亚科 Opiinae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.36
蚁小蜂科 Eucharididae	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00
蚁科 Formicidae	27.69	15.04	1.15	0.00	0.00	0.00
鳞翅目 Lepidoptera	0.00	2.65	5.36	0.62	0.53	0.36
粉蝶科 Pierididae	0.00	0.00	2.30	0.00	0.53	0.36
菜粉蝶 *Pieris rapae*	0.00	0.00	2.30	0.00	0.53	0.36
夜蛾科 Noctuidae	0.00	0.00	2.68	0.00	0.00	0.00
螟蛾科 Pyralidae	0.00	2.65	0.38	0.31	0.00	0.00
Patissa sp.	0.00	2.65	0.38	0.31	0.00	0.00
卷蛾科 Tortricidae	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00
Archips sp.	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00
半翅目 Hemiptera	0.00	0.00	25.29	25.08	11.17	20.22
盲蝽科 Miridae	0.00	0.00	25.29	16.82	10.90	19.86
Stenodema virens	0.00	0.00	25.29	16.82	10.90	10.11
Lygus gemellatus	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.75
蝽科 Pentatomidae	0.00	0.00	0.00	4.89	0.27	0.36
菜蝽 *Eurydema festivum*	0.00	0.00	0.00	4.89	0.27	0.00
朝鲜果蝽 *Carpocoris coreana*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
飞虱科 Delphacidae	0.00	0.00	0.00	3.36	0.00	0.00
合计虫数(头)	65	113	261	327	376	277
合计属、种数	17	26	43	31	23	17
合计科数	14	20	31	22	16	10
合计目数	3	4	5	5	5	4

注：（1）叮人、畜的蚊科各处都有，未作鉴定与统计。
（2）蚁科除几个生境取样中没有发现外，其他各生境或多或少均有存在。

为了清楚地说明不同生境昆虫种群的差异，特用图式表示于后。首先，各目昆虫在不同生境的分布(图1)，双翅目都占首位，而在开垦种植多年的小麦和豌豆地最为突出。一方面，这与荒漠和农、牧交叉地区比较适于双翅目孳生有关；另一方面，由于其它昆虫类群贫乏，也使双翅目昆虫相对地突出了起来。

农田与荒漠之间昆虫组成最明显的差别表现在半翅目、盲蝽、菜蝽和飞虱总是与农作物小麦、油菜、豌豆紧密联系，食性是左右这些昆虫分布的主要因素。但对于某些膜翅目而论，荒漠是其主要活动场所，因那里有比较稳定的土壤环境和灌丛下小片聚集的枯枝落叶层，有利于各种土蜂和蚂蚁等筑巢营生。

如果单就双翅目几个主要科的分布来看(图2)，可以看到一种有趣的现象，花蝇科、粪蝇科的数量高峰分别处于开垦10年小麦地和豌豆地，而从种植多年的农田向新垦农田，

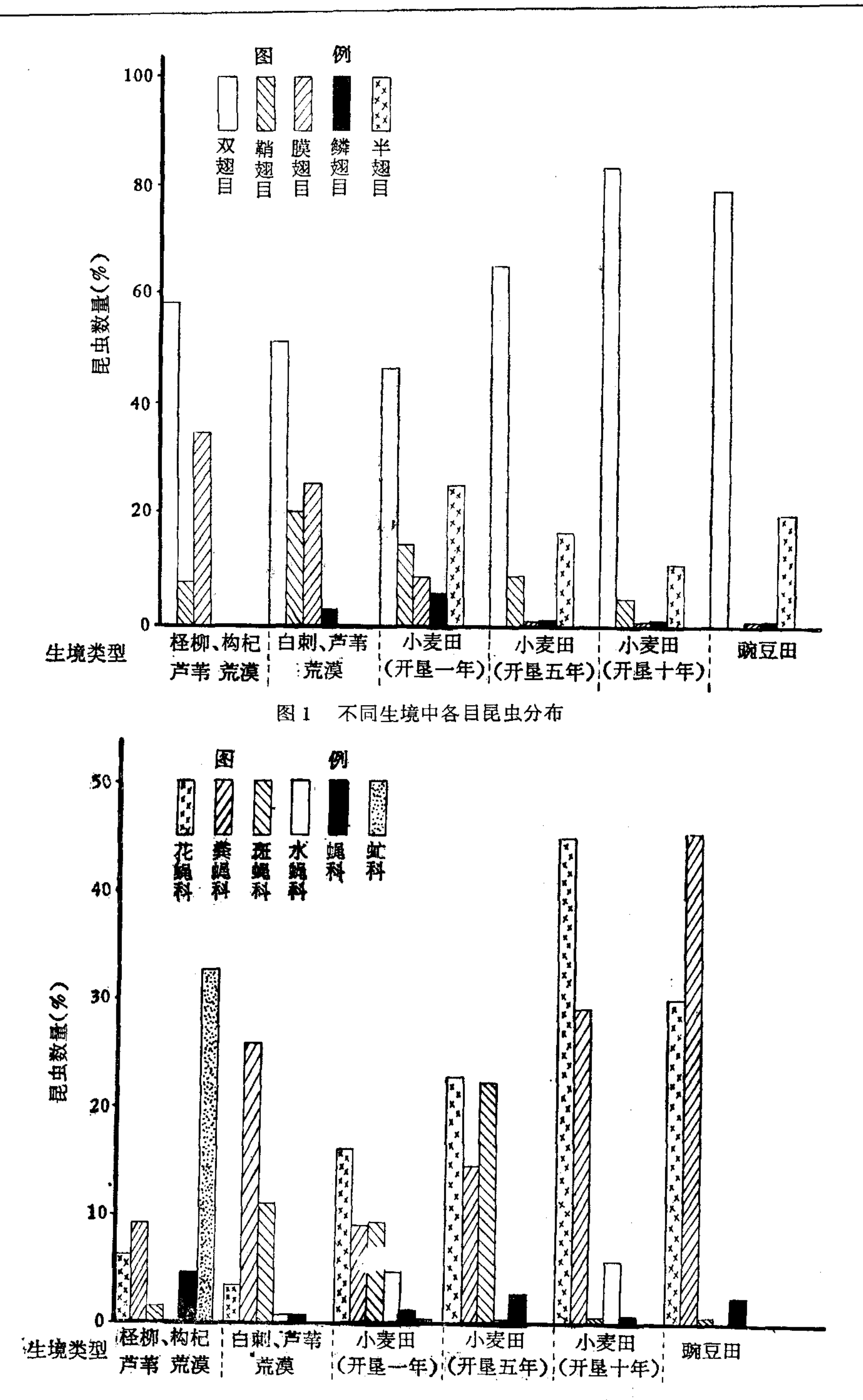


图1　不同生境中各目昆虫分布

图2　不同生境中双翅目各主要科昆虫数量(%)分布

直到未开垦的荒漠呈递减的趋势；也就是说，它们的兴盛是与垦荒种植以及种植的连续性和多样化相伴随。这与虻科的分布恰成鲜明对比，它们主要在具有柽柳或枸杞、芦苇群落的荒漠地带活动，当时捕到的多为雌虻，需要吸血产卵，所以它们的活动范围与牲畜和

表 2 诺木洪地区不同生境土壤

生境类型	调查项目		鞘翅 步甲类 Bembidion sp.	步甲类 Amara sp.	步甲类 Clivina sp.	象甲类 戈壁琵琶甲 Blaps kasharensis gobiensis	象甲类 细足象 Deracanthus sp.
砾质戈壁 极稀疏的木本猪毛菜群丛、一公顷内不到一丛，5—10 厘米土壤含水量 0.18%。	虫数(%)	成虫				33.3	16.7
		幼虫					
	发生程度					+	+
荒漠 柽柳、枸杞群丛，柽柳沙包散布其间。	虫数(%)	成虫					
		幼虫					
	发生程度						
荒漠 枸杞、芦苇群丛、土壤极度盐碱化，5—10 厘米土壤含水量 0.94%	虫数(%)	成虫					
		幼虫					
	发生程度						
荒漠 白刺、芦苇群丛、盖度 50%，土壤较为润湿。	虫数(%)	成虫					
		幼虫					
	发生程度						
盐生草甸 小芦苇、杂草类(海乳草、蒲公英等)群丛，盖度 45%，土壤润湿，含水量 34.2%。	虫数(%)	成虫					
		幼虫					
	发生程度						
沼泽草甸 海韭菜、苦买菜群丛，盖度 20—30%，小水坑和小土丘镶嵌分布，土捏之出水。	虫数(%)	成虫					
		幼虫					
	发生程度						
开垦一年小麦田 小麦开始抽穗、长势中下，土地灌水后仍粘湿。	虫数(%)	成虫	50.0				
		幼虫					
	发生程度		++				
开垦五年小麦田 小麦抽穗扬花，长势中上，土地灌水后保持湿润，土下多河泥腐植质(沤肥)。	虫数(%)	成虫	43.8	10.4	2.1		
		幼虫					
	发生程度		++	+	+		
开垦十年小麦田 小麦抽穗扬花，长势中上，土地灌水后保持湿润。	虫数(%)	成虫	91.7				
		幼虫					
	发生程度		+				

昆虫种类、数量(%)及分布

目				膜翅目				其它			
金龟子类											
阔胸金龟子 *Pentodon patscielis*	粪蜉金龟子 *Aphodius* sp.	隐翅虫类 Staphylinidae	叩头虫类 Elateridae	隧蜂类 Halictidae	蚁类 Formicidae	双翅目蝇类	鳞翅目	线蛛 *Loxosceles* sp.	扁旋螺 *Gyraulus comfressus*	琥珀螺 *Succinea* sp.	小土蜗 *Galba pervia*
					33.3						
							16.7				
					+		+				
					100.0						
					++						
					100.0						
					+						
				34.4	62.5			3.1			
				++	++			+			
0.8					96.5						
2.7											
++					+++						
									45.0	40.0	15.0
									++	++	+
					50.0						
					++						
	8.3	6.3									
			10.4			16.7	2.1				
	+	+	+			+	+				
			8.3								
			+								

野生脊椎动物的经常出没有关。水蝇科与斑蝇科的分布跟农田间灌溉水渠的分布有关，而后者与粪蝇科同属于开垦5年小麦地的主要种群，是因那里施用了较多有机肥料的缘故。蝇科的分布似无明显的生境差异，说明它们是一些广布种类。再进一步分析荒漠——农田演替中关系密切的花蝇科各个种类的分布(图3)，发现数量最多的灰地种蝇主要分布在处于开花期的开垦10年小麦田和豌豆田里，而粪种蝇、葱地种蝇等在施有机肥料较多并靠近菜园的开垦5年小麦地里。若从种类的丰富度来看，则以各种类型的小麦田最

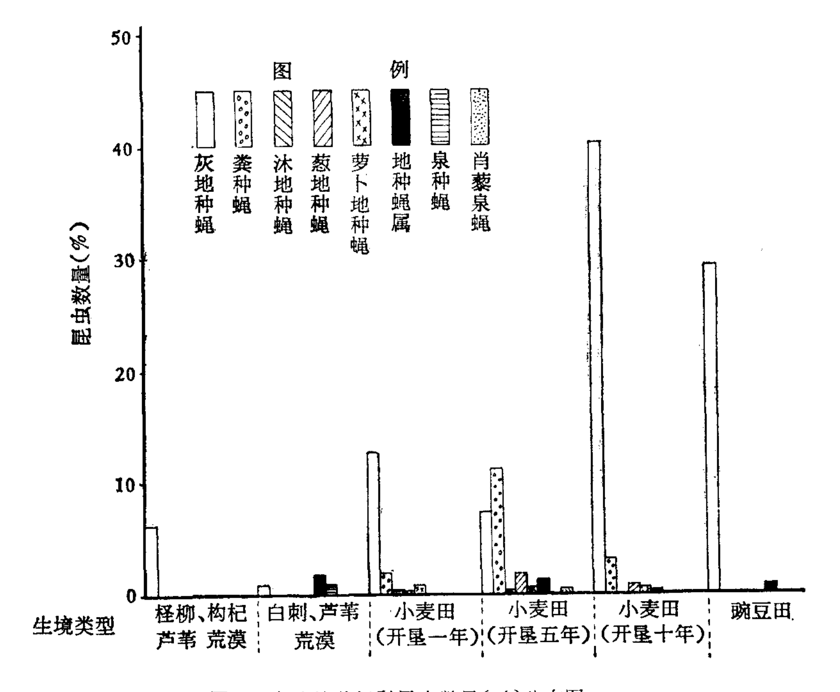


图3 各生境花蝇科昆虫数量(%)分布图

高，距麦田较远的荒漠和豌豆田比较单纯。这是因为花蝇科的许多种类，如地种蝇属和泉蝇属的一些幼虫，大都要取食农作物蔬菜、萝卜的关系。在荒漠地带，除少数灰地种蝇外，其它种类很少发现。

上述种种事实说明，昆虫的分布与生境，尤其与食料植物之间存在紧密联系。荒漠开垦种植，首先表现在地上植被类型的改变，从而也使昆虫群落组成发生相应的变化。

土壤昆虫的种类与分布依土壤的性质而转移，在诺木洪地区，主要与土壤含水量、酸碱度和腐植质含量有关；腐殖质含量的多寡，又直接影响土壤的持水能力，二者都会对土壤酸碱度和通气性起作用，从而对土壤昆虫的生存与活动有直接关系。这是土壤生态系统组成成分相互关系的一个侧面。

诺木洪荒漠遍布盐渍化荒漠土壤，由于雨水稀少，土壤极为干燥，死亡的植物根茎很多仍保持原始状态，腐殖质含量少；在砾质戈壁和柽柳、芦苇群落地带，多为掺有碎石子的砂质土壤，土质疏松；在这类土壤中，只发现少数适于荒漠戈壁生活的象甲、蚂蚁等；蚂蚁喜欢适度润泽的土壤和小片聚集的枯枝落叶层，不宜于沼泽和砾质戈壁，因而它是反映局部地带性变化的一个指标。随着由荒漠向草甸到沼泽的过渡，土壤昆虫的演变相当明显，

隧蜂类出现在稍许润湿的白刺、芦苇荒漠土中，阔胸金龟子(幼虫)则在含水量 20% 以上的盐生草甸土内，到了沼泽地带，土壤水分接近饱和，用肉眼容易发现的昆虫几乎绝迹，只有喜湿或水生的软体动物(见表 2)。 反映在地面上，植被也演变为湿生的海韭菜、苦买菜之类。

荒漠开垦之后，首要的任务是改良土壤，而在改良土壤的措施中，第一是反复的灌水洗碱，第二是施用大量有机肥料作基肥。由于改善了土壤状态，土壤昆虫也随之改变，尤其在开垦 5 年的小麦地，地下10厘米差不多都是河泥、厩肥，因而那里有较多的小步甲类、隐翅虫类和粪蜉金龟，可以说，它们在一定程度上反映了土壤的肥瘠。但就整个农田地区而论，由于种植前的多次灌水洗碱，种植后又需经常灌水保墒，在我们进行调查的小麦扬花期间，多数麦田正在进行灌水，因而总的看农田土壤昆虫是比较贫乏的。

三、荒漠与新垦农田昆虫群落营养结构的分析

在昆虫种群之间，昆虫与植物和其它动物种群之间，具有错综复杂的食物链索关系。如所周知，昆虫大都以植物为食，因而植物的丰富程度必然影响昆虫的种类与数量；而植物赖以生长的基质——土壤的状况如何，又左右着植被的类型和盛衰。由此可见，人为地改变环境，如开垦、灌溉、放牧等，势必导致昆虫群落的重新组合。诺木洪原来的昆虫群落以及它们同原有的荒漠植被和土壤之间早已形成一种比较稳定的生态学关系(虽然不是一成不变的)。以膜翅目为例，它们是荒漠的土著类群，所记载蜜蜂总科的三个科皆为野生独栖性蜜蜂，它们于土中筑巢，其雌性成虫和幼虫取食花粉和花蜜(雄虫只取食花蜜)，对植物传粉起着媒介作用。 姬蜂总科的姬蜂科和茧蜂科大都是鳞翅目、膜翅目昆虫的寄生者，而蚁小蜂主要以蚂蚁、蜜蜂为寄生对象。前已述及，特定的蚂蚁类群是具有代表性的荒漠种类之一，它们营社会生活，食性很杂，是地面动、植物残体最经常的收集者，它们是许多昆虫和动物的天敌，而本身又往往成为其它昆虫和若干鸟兽的猎物，因而它不仅构成了地面和土壤之间的营养通道，而且可以认为是整个草原动物食物链索的中心环节。可是，一当荒漠开垦，由于耕翻、灌水，这些昆虫赖以生存的土壤条件遭到彻底破坏，因而数量突然下降。随着土壤肥力逐渐提高，耕作制度趋于稳定，作物品种渐渐多样，于是，适于农田环境的昆虫开始兴起，如植食性的花蝇类、盲蝽类，菜蝽、食粪和幼苗的粪蝇类，以及土壤昆虫小步甲、粪蜉金龟等，它们都可算是荒漠开垦后的“暴发户”。

植食性或传粉昆虫种群的变化，必将引起以这些昆虫为食料的寄生性和捕食性昆虫的变化，例如，在开垦后灌水较多的小麦地，由于土蜂、蚂蚁、蛴螬、步甲稀少，因而以这些昆虫为食的寄生性姬蜂、蚁小蜂、寄蝇和捕食性蜘蛛也很少。这又不可避免地影响到以昆虫为食料的某些鸟类、鼠类、蜥蜴的食性和活动范围。特别是那些营巢育雏的鸟类，需要大量动物性食物，昆虫是其主要的猎食对象，当然就会直接影响昆虫的种群数量；而一旦昆虫数量稀少，又会成为对鸟类数量增殖的限制因素。通过解剖检查，有关鸟类、鼠类和蜥蜴取食的昆虫种类如下(表 3)：

从鸟类等食虫种类的分析，可以看出它们猎食的对象主要是荒漠昆虫，如象甲、蚂蚁、土蜂、某些蝇类、虻类、蚊类和蜘蛛等，后起的农田种类如地种蝇、泉蝇和半翅目昆虫，很少发现，因而可以推定，上述鸟类等的活动主要是荒漠和某些沼泽、水渠地带。由于这些食虫

表 3 鸟类、鼠类、蜥蜴食虫种类调查表

鸟		类	
白脸鹡鸰 *Motacilla alba*	丝光绿蝇、厩腐蝇、红尾拉蝇蝇蛹、半翅目成虫、鞘翅目成虫	金眶鸻 *Charadrius dubius*	蚊类、大蚊、鞘翅目成虫
黑尾地鸦 *Podoces hendersoni*	蚂蚁、蝇类、象甲、步甲	沙 䳭 *Oenanthe isabellina*	蝇类
小沙百灵 *Calandrella rufescens*	蚊类、蝇类(成虫和蛹)、蜂类、鞘翅目成虫	漠 䳭 *Oenanthe deserti*	鞘翅目成虫、狡蛛
角百灵 *Eremophila alpestris*	鳞翅目成虫、鞘翅目幼虫和成虫	林 鹬 *Tringa glareola*	水蝇成虫、幼虫、鞘翅目成虫
红尾伯劳 *Lanius cristatus*	蝇类、虻类、象甲、步甲	红脚鹬 *Tringa totanus*	蝇类成虫、幼虫、蚊类、鳞翅目幼虫、鞘翅目成虫
沙白喉莺 *Sylvia curruca*	鞘翅目成虫	毛腿沙鸡 *Syrrhaptes paradoxus*	细足象
北京雨燕 *Apus apus*	蝇类、蜂类、蚊类、鞘翅目成虫		
鼠		类	
长尾仓鼠 *Cricetulus longicaudatus*	鞘翅目成虫、鳞翅目成虫	子午沙鼠 *Meriones meridianus*	膜翅目成虫
蜥		蜴	
鞘翅目成虫、膜翅目成虫、鳞翅目成虫			

动物又会成为其它猛禽类和兽类的猎物，它们的粪便和尸体则为粪食性和腐食性昆虫以及若干微生物的养料，它们的巢穴也常常成为若干鞘翅目和蚁类的隐蔽所，所有这些，共同形成了诺木洪荒漠生物群落中错综复杂的食物链索关系。当荒漠开垦为农田，环境条件发生了根本的改变，不仅直接有关的某些昆虫很快变化，而且有关的食虫动物也随之变化，如在反复灌水地区，鼠类等难以生存，其数量和活动会急剧减少，整个生物群落的组成及其相互关系也发生了变化。

现在根据诺木洪荒漠、农田和土壤昆虫的调查情况，绘制昆虫群落组成及食物链索关系示意图(图4)。这种营养结构基本上符合金字塔定律，即链索中基层环节的生物群数量大，生物量亦大；上层环节的动物群数量少，生物量也递减。可以认为，具有许多链索的群落比那些链索少的群落更为稳定。因为只有当一个群落包含更多的种类时，才可能具有较复杂的营养通道的网络，而这样，作为种群控制机制的密度因素就会发挥明显的作用，就象各种昆虫在图中所表示的那样。从生产力的角度看，显然，荒漠远远低于更特化的生态系统的农田。在较高的食性层次，能量转换效率增大，某些寄生蜂和寄生蝇在这方面特别有效，加强这方面的研究工作无疑是很有意义的。

四、荒漠昆虫群落形成和演替的特征

(一) 荒漠的地理、气候等条件对昆虫种群丰富度的影响

1. 地理隔离

图 4　诺木洪地区生物群落结构及其食物链索关系

诺木洪是柴达木盆地的一部分。柴达木位于青藏高原东北部,是一个被昆仑山、阿尔金山、祈连山等山脉环抱的封闭盆地,盆地四周的山脉一般海拔 3,500—4,500 米, 盆底海拔 2,600—3,000 米。诺木洪位于盆地东南角的盆底部分,其东、北面有柴达木河、素棱果勒河,西和西北面有格尔木河、霍布逊湖, 南和东南面为连绵的山丘和广阔的戈壁、砂丘,从而使诺木洪平原与盆地的其余部分又隔离开来,这样双重的隔离,阻止了很多昆虫的传布和入侵,使诺木洪荒漠原有的昆虫群落比较简单, 例如, 这里没有发现直翅目的任何种类,尤其是荒漠和草原常见的各种土蝗,在这里竟找不到其踪迹, 这从鸟类猎食的昆虫种类中也可得到旁证,是诺木洪昆虫类群贫乏的一个显著标志。

2. 气候与土壤

虽然柴达木盆地是青藏高原干旱地区温度较高的区域, 但总的讲仍很寒冷。诺木洪一月平均温度为 −18.8℃, 七月平均温度 23.9℃,年平均温度 4.3℃, 全年中平均温度 0℃以下的达五个多月;加之昼夜温差大,空气稀薄,这不仅直接影响昆虫的生长发育,而且因为完成一代所需的积温常需一年或一年以上, 从而也使虫口密度保持在低水平。 又因极端干旱,年降水量仅 29.5—52.9 毫米,年蒸发量达 2,925 毫米, 几为降水量的 145 倍之多,极度的干旱条件成为昆虫种群数量上升的抑制因素。由于干旱,土壤盐渍化普遍较重,蒙语“柴达木”即为“盐泽” 之意。过分干燥和盐渍化的土壤, 对于在土中生活和越冬的昆虫是不利的,如各种土蝗都是产卵于土中越冬, 据室内饲养狭翅雏蝗的情况, 它们的卵在越冬前后需要从土中吸水发育,土壤含水量过低、盐碱过重以及冬季过于寒冷都往往使其不能存活。诺木洪冬季寒冷,并且几无积雪,这对昆虫越冬是个不利因素。当我们走出诺木洪,在 200 里外的都兰县城郊以蒿、芨芨草为主的山间草原内, 土蝗即随处可见, 除地理、土壤、植被等因素外,那里比较潮湿也有关系。

3. 植 被

诺木洪荒漠有大片砾质戈壁和砂丘,基本上是不毛之地;而在向中心延伸的相对低洼地区,主要生长旱生或盐生植物,如木本猪毛菜、柽柳、枸杞、白刺等灌木,这是许多昆虫无法利用的食物。由于干旱,土壤腐殖质含量少,也使许多土壤昆虫无法存活。

(二) 昆虫群落演替的特征

诺木洪荒漠正处于人为的改造中。其中主要属于有计划的开垦, 但也有一部分为无计划的砍伐, 人类的活动使荒漠生态系统原来的组成发生变化, 表现在昆虫群落组成方面,势必迫使原来的群落解体,新的群落形成。归结起来,其演替的特征和途径主要是:

1. 种类成分改变,优势种突出

原来的荒漠种类,主要是双翅目、鞘翅目、膜翅目的少数种类。而在开垦后的麦田里,双翅目的成分明显改变为适于农田生活的类群, 半翅目明显上升, 鳞翅目亦有所增加,而以双翅目花蝇科的地种蝇属和粪蝇科为主的农田优势种类非常突出。初开垦农田所包括的属种与荒漠相比有成倍的增加。

运用 Simpson 多样性指数公式$\left(D=\frac{N(n-1)}{\Sigma n(n-1)}\right)$,对各生境的昆虫群落组成成分进行分析,结果(表 4) 表明: 种植十年的农田(小麦田及豌豆田)昆虫种类较单纯,而且数量

表4　不同生境昆虫群落的多样性指数（D 值）

生境类型	荒　漠（柽柳、枸杞、芦苇）	荒　漠（白刺、芦苇）	小麦田（开垦一年）	小麦田（开垦五年）	小麦田（开垦十年）	豌　田
多样性指数D	6.52	10.47	9.95	10.41	3.81	3.65

集中，因而D值最小；柽柳、枸杞、芦苇荒漠由于其生境恶劣，植被稀疏，引起昆虫种类亦较简单，但数量比较分散，故D值较小；其余各生境的D值匀较高，这一方面说明该类生境昆虫种类比较丰富（如种植一年的小麦田），另一方面也说明昆虫数量较均匀分散（如白刺、芦苇荒漠），或是两者兼有之（如种植五年的小麦田）。从这里不难看出荒漠开垦前后昆虫群落演替的某些特征。

2. 由牲畜害虫为主转变为以农业害虫为主

在荒漠地区，引人注意的是吸血昆虫，如虻类、蚊类和若干蝇类（骚家蝇、污蝇等），还有一些食粪的种类。如独角仙类和另一些蝇类（红尾拉蝇、丝光绿蝇等）。由于吸血、食粪的特性，它们就参与了家畜间传病，如创伤性蛆疟，肠道传染病，各种脊髓灰质炎等。开垦为农田以后，种蝇、盲蝽、菜蝽、粉蝶等兴起，它们主要取食蔬菜、小麦等农作物。由于新兴的农田种类适应于新的环境，加之天敌较少，人们容易忽视，因而数量上升往往较快。

3. 随着植被的演替而演替

在诺木洪，荒漠开垦之后，不是马上种植，其间常有1—3年撩荒过程。在撩荒地，原来的植被有一个演替过程，例如开垦后的白刺、芦苇撩荒地，第一年演替为藜科植物为主，芦苇较少；到第三年，芦苇上升为主要类群；因而，靠取食藜科植物的绿齿豆象必将随着植物的演替而转移。在新垦农田与荒漠交界地区，由于植被复杂，两者兼而有之，因而昆虫也比较丰富，其间会出现叶甲、囊花萤等过渡类型。

4. 人类活动的影响

除了气象等非生物因素偶然的大变化以外，人类的经济活动是促使昆虫演替的最经常的因素。把荒漠改变为良田就是人类活动的结果。此外，还有一些不自觉的改变环境的现象，如在诺木洪，当地居民为了积储烧柴，并以柽柳等大块的地下根系作沤肥的原料，砍伐和挖掘了不少荒漠灌木，这不仅直接迫使生活于其间的象甲类无法继续生存下去，而且给荒漠固沙和小气候带来长远的不利影响。

目前尚未看到国内类似这方面的资料可用来比较。国外的一些资料说明，在从草原天然生态系统向农田生态系统的转变（小田桂三郎等，1972），或者在草甸的多样生境（草甸中种植单行甘兰）与纯粹的甘兰地比较（Root，1975），总的趋势是单纯农田环境昆虫种类数减少，但少数为害农作物的种类上升为优势种的倾向很突出。这与我们的调查结果有某种程度的类似。由于在比较单一的农田环境中，无论从植物或昆虫来说，生物量都趋向于集中在个别或少数种类，生物之间的食物链索关系比较简单，故易于导致某种害虫的大发生。因而在开垦后的农田地区，适当地保持异样环境，如间作，轮作，灭虫时隔行施药或保留一定的边际不施药，这样有利于保持群落的多样性和原有生物种群之间的平衡关系，有利于害虫天敌的存在与发展，在理论和实践上都是有意义的。

但荒漠与草原、草甸的生态环境相差悬殊，荒漠对大多数生物来说都是非常严酷的生境，因此，在经过开垦、改良，并种植了相对于荒漠来说较为多样的农作物以后，昆虫无论

在种类和数量方面都增加了，这是荒漠天然生态系统向农田生态系统转变的一个独特的特征。

继续开发荒漠是今后的必然趋势。相应地也必然使当地居民日益增多，交通运输日益频繁，因此，必须在改造环境的同时注意保护环境，加强动、植物检疫工作，防止新的病、虫害入侵，是今后这些地区的重要任务之一。并可根据当地宜于种植油菜等自然条件，发展养蜂事业，不仅增加农、副业收入，还可使昆虫种群的演替朝着有利于人类的方向发展。

参 考 文 献

Root, R. B. 1975 Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 45 (1): 95—124.

Duffey, E., Morris, M. G. et al. 1974 Grassland Ecology and Wildlife Management. London, First Published.

小田桂三郎等 1972 耕地の生态学。筑地书屋。

DESERT RECLAIMATION AND SUCCESSION OF INSECT COMMUNITIES

Wu Yar Chin Tsui-shia

(*Institute of Biology, Chinghai Province*)

This paper deals with the faunal composition and ecology of insects in biotic communities in the desert and cultivated fields of Nomuhung, Zaida, Basin of Chinghai Province. As the desert was reclaimed into cultivated fields both the faunal diversity and the numbers of insects increased. In our survey four orders and 35 genera of insects were collected in the desert region and five orders and 60 genera in the cultivated fields. The dominant group in various habitats was Diptera, and Anthomyiidae and Cordyluridae were most abundant in the wheat fields after ten years of reclaimation and also in the pea fields. Their numbers became decreasing towards the desert region by degrees.

The soil condition exerted a significant influence on the faunal composition of soil insects. The succesion from desert to swamp was outstanding. On the ground, Carabidae, Staphylinidae and Aphodius were present in cultivated fields and may be taken as indications of soil fertility.

The food chains in these biotic communities were analyzed and the condition was well in accordance with the "principle of pyramid of numbers". Ants seemed to occupy a linking position in this trophic relationships in the desert region. When the desert changed into monocultural environments both the faunal composition and trophic relations of animals underwent changes which may lead to pest outbreak after a stage of stabilization. Therefore suitable agricultural management seems necessary to provide favourable environments for the conservation of natural enemies of insect pests.